

MEDICIONES DE LABORATORIO DE TRASMITANCIA UV A TRAVÉS DE TEJIDOS, ANTEOJOS PARA EL SOL Y CREMAS PROTECTORAS¹.

H. Suárez, C. Cadena²
INENCO - Universidad Nacional de Salta
Av Bolivia 5150 - 4400 Salta, Argentina
FAX 54-387-4255489, e-mail: suarezh@unsa.edu.ar

RESUMEN: No se puede negar hoy en día, que para evitar el riesgo de insolación y las dañinas consecuencias de exposiciones solares excesivas, se recomienda el uso de vestimentas adecuadas, anteojos de sol, así como también, la aplicación de cremas protectoras solares. Sin embargo, pese al empleo de todas estas medidas de precaución, no se puede garantizar una completa protección de los rayos UV. Se suma a este hecho, que la adquisición de algunos productos en comercios no especializados puede aumentar los riesgos. En este trabajo se muestran resultados de los ensayos realizados en lentes, cremas y tejidos ensayados, como así también la descripción de los medidores empleados y la utilización de la correspondiente cámara de ensayos.

Palabras clave: radiación UV, UPF textil, cremas protectoras, lentes de sol, laboratorio.

INTRODUCCION

Las componentes ultravioleta de la radiación solar (UVR) constituyen aproximadamente el 5 % del espectro solar pero pueden ocasionar daños en los tejidos vivos y en los materiales. La mayoría de los efectos fotobiológicos (quemadura solar, envejecimiento de la piel, cáncer de piel, alteraciones en el sistema inmunológico, etc.) se atribuyen a la UVR y más particularmente a la radiación UVB (280-320 nm). La radiación UVA (320-400 nm) también juega un importante papel en la inducción del eritema y promueven carcinogénesis y los cambios asociados con el fotoenvejecimiento (Correa, 2003). La radiación UV puede tener efectos nocivos en la conjuntiva y en la córnea, causando fotofobia y queratopatías; también puede afectar al cristalino provocando cataratas y a la retina causando degeneración macular. Además el efecto fotoquímico tiende a ser acumulativo, por lo que repetidas exposiciones aunque sean cortas pueden producir lesiones (Artigas, 1995).

Mediante la determinación de la transmitancia UVR, se estudia la influencia de las variables más significativas de las que depende el UPF (factor de protección ultravioleta) o SPF (del inglés "sun protection factor") de los tejidos y cremas protectoras al igual que la protección ocular proporcionada por lentes de sol.

Las prendas de vestir proporcionan cierta protección contra la UVR dañina. Sin embargo, muchas de las prendas ligeras usadas en verano no proporcionan una protección suficiente para personas que pasan mucho tiempo al sol. La estructura del tejido (peso por unidad de superficie, cobertura y espesor), su compacidad, parámetros de fabricación (título del hilo de urdimbre, título del hilo de trama y densidad de pasadas), el tipo de fibra, las condiciones de uso de las prendas (tensión, humedad), la coloración, tienen una importante influencia sobre el bloqueo de la radiación UV (Algaba, 2004).

La necesidad de evitar los daños producidos por la exposición al sol ha llevado a la industria cosmética y química a formular una serie de productos que, aplicados sobre la piel, filtran la radiación y evitan esta agresión. Universalmente, para la prevención de los daños solares se utilizan cremas protectoras que contienen filtros ultravioleta. Su acción es la de proteger a las personas de las radiaciones solares nocivas, específicamente de las UVA y UVB. Estos fotoprotectores actúan absorbiendo, reflejando o dispersando los rayos del sol, evitando así que dañen la piel. Normalmente vienen etiquetados con un número que indica el SPF y cuya especificación constituye la única información a la que la mayoría de los consumidores recurre para tener una idea de cuánta protección provee el producto.

Las lentes tintadas o coloreadas tienen como fin la protección de los órganos de la vista contra la acción nociva de las radiaciones. Estas lentes tienen la propiedad de absorber, en diversa medida, las radiaciones de una longitud de onda determinada. Todas estas lentes transmiten un porcentaje más o menos importante de las radiaciones (sobre todo las visibles). Es por esto que se caracterizan por su coeficiente de transmisión en los diferentes intervalos de radiación. Para una misma lente, este coeficiente depende de la longitud de onda de la radiación considerada, del color realizado, de los componentes (normalmente óxidos metálicos) que entran en la composición del colorante y de su proporción y el espesor del vidrio atravesado por la radiación. Esta propiedad se pone en evidencia por la curva de transmisión en función de la longitud de onda que caracteriza una lente coloreada (Artigas, 1995).

¹ Parcialmente financiado por CIUNSA

² CONICET y UNSa

DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DESCRIPTIVOS

Espectro de acción eritémico (CIE) e Irradiancia Efectiva

Un espectro de acción describe la efectividad relativa de la radiación UV en producir una respuesta biológica determinada en una longitud de onda concreta. El espectro de acción eritémico (enrojecimiento de la piel) se emplea como un peso dependiente de la longitud de onda para la irradiancia espectral UV, integrando luego sobre todas las longitudes de onda se puede encontrar la irradiancia biológica efectiva real. La dosis UV efectiva para un período particular de exposición se calcula sumando la irradiancia efectiva para todo el período de exposición.

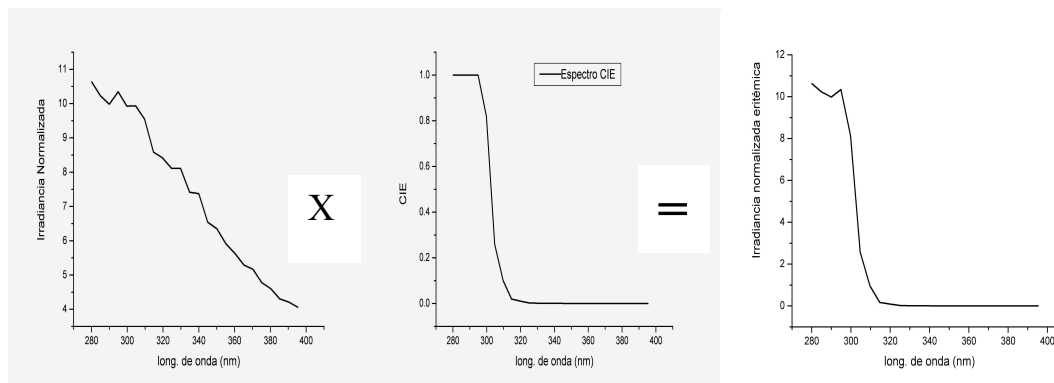


Figura 1: Irradiancia normalizada, espectro eritémico CIE e Irradiancia eritémica normalizada

Dosis Eritematógena Mínima (MED)

Al constituir las quemaduras un efecto dañino muy frecuente en la piel humana, el espectro de acción CIE eritematígeno es el más recomendado de emplear a la hora de cuantificar el efecto nocivo de la radiación UV sobre la piel. La “dosis eritematógena mínima”, MED, se usa para describir el potencial eritematígeno de la radiación UV, y 1 MED se define como la dosis efectiva de radiación UV que produce un enrojecimiento observable de la piel humana sin exposición previa. Sin embargo, debido a que los diferentes individuos no presentan la misma sensibilidad a la radiación UV debido a la protección propia de la piel (pigmentación), 1 MED varía entre 200 y 500 J/m². Si no existen estudios disponibles sobre la sensibilidad de la población en una región dada se pueden consultar los valores de MED para diferentes tipos de piel de acuerdo con la normativa DIN-5050.

UPF o SPF de cremas protectoras y tejido

El UPF de una crema protectora o de un tejido es una medida cuantitativa de la efectividad del tejido o crema para proteger la piel humana contra la radiación ultravioleta. El UPF se define como la razón entre la radiación UV eritémica media transmitida a través del aire y la radiación UV eritémica media transmitida a través de la crema o tejido. Se calcula mediante la fórmula (Algaba, 2004):

$$UPF_i = (\sum E_\lambda S_\lambda \Delta\lambda) / (\sum E_\lambda S_\lambda T_\lambda \Delta\lambda) \quad (1)$$

Σ : Suma para $280nm < \lambda < 400 nm$

E_λ : Espectro eritémico relativo de la CIE (Comisión Internacional de Iluminación)

S_λ : Irradiancia espectral solar.

T_λ : Transmitancia Espectral del tejido o crema.

$\Delta\lambda$: Intervalo de longitudes de onda en nm.

Normas de etiquetado en tejidos y cremas protectoras: Para el etiquetado, las prendas y cremas protectoras deben ser clasificadas de acuerdo con su índice UPF (o SPF), según se muestra en la Tabla 1. El índice UPF siempre será múltiplo de 5. Para su cálculo, se parte del UPF de la muestra y se toma el múltiplo de 5 inmediatamente inferior.

| Rango UPF (o SPF) | Categoría de protección UVR | Transmisión UVR efectiva (%) | Índice UPF (o SPF) |
|-------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------|
| 15-24 | Buena protección | 6,7 a 4,2 | 15, 20 |
| 25-39 | Muy buena protección | 4,1 a 2,6 | 25, 30, 35 |
| 40-50, 50+ | Excelente protección | $\leq 2,5$ | 40, 45, 50, 50+ |

Tabla 1: Normas de etiquetado en tejidos y cremas protectoras

El UPF de los tejidos y cremas ensayados en este estudio se ha determinado *in vitro* utilizando medidores de Radiación Ultravioleta integrados y espectrométricos en el rango UVA, UVB y visible hasta 550 nm y de acuerdo con la norma Standard Australia/Standard New Zealand (AS/NZS) 4399 (1996) y la norma Annual Book of ASTM Standards D6603 (2001).

EL LABORATORIO: INSTRUMENTAL Y MUESTRAS

Los medidores UVB y UVA

Para medir la radiación UVA, UVB y visible, de los instrumentos existentes, se utilizó un Optical Spectrometer (OSM) de Newport, en el rango 250 nm a 550 nm y los radiómetros de banda ancha MS-140 y MS-210 de EKO. Con esto es posible asegurar la obtención de medidas globales de radiación en los rangos de interés como también la disposición de información detallada en todo el espectro de medición.

El OSM consta básicamente, del cuerpo del espectrómetro propiamente dicho (Model OSM-100-UV), una fuente de radiación (Model LSM-DT-S) con emisores de deuterio (UV) y/o tungsteno (visible < 550 nm), interface RS 232, cables de fibra óptica y Cuvette Holder. Desde la PC y usando el software OSM Analyst, se pueden obtener los espectros y operar las distintas funciones del mismo.

Las cámaras porta muestras

Para los medidores integrales se utiliza la cámara y porta muestras detallados en una publicación anterior (Suárez et al., 2007). Las medidas espectrométricas de tejidos y cremas utilizan la OSM Cuvette Holder, aislada de radiaciones externas. El porta muestras es una cubeta de cuarzo pulido cuya propiedad es ser permeable a las radiaciones UV. Para obtener las medidas espectrométricas de los lentes de sol se construyó una cámara adecuada a las dimensiones de los mismos.

Los Tejidos ensayados

Se han ensayado una serie de tejidos cuya composición y estructura es adecuada para la producción de prendas de verano; una clasificación los rotula como tejidos de fibra natural, artificial y sintética.

De los tejidos de fibra natural, se eligió uno proveniente de vegetales como el algodón. De los tejidos de fibra artificial, materias naturales transformadas por sustancias químicas y que proceden sobre todo de la celulosa o de la pelusa del algodón, se eligió el modal. El modal es una de las fibras de celulosa regenerada por tratamiento químico. De los tejidos sintéticos, fibras químicas obtenidas de polímeros sintéticos (por polimerización de sustancias derivadas del petróleo), se eligió una variedad, por ejemplo poliéster. Además para cada uno de las fibras se hizo variar la compacidad y el color.

Las Cremas Protectoras ensayadas

Se efectuó un sondeo para conocer el mercado de estos productos en la ciudad de Salta; de acuerdo a la información obtenida se ensayaron pantallas solares de diferentes marcas (Dermaglós, Sundown, Hawaiian Tropic, etc) y que cubren el espectro de SPF rotulados desde 20 hasta 65. Todas las cremas tienen al menos la siguiente información: nombre del producto, forma cosmética, contenido neto en unidades del Sistema Métrico Decimal, listado cualitativo de la fórmula completa que señale sus principios activos y demás componentes indicados (en orden decreciente de sus concentraciones), nombre o razón social del importador o fabricante, país y localidad donde fue fabricado, modo de empleo, indicaciones, advertencias y precauciones sobre su uso cuando ello proceda, fecha de expiración si se declara eficacia limitada, N° de registro ISP y partida o serie de fabricación; si es un producto terminado importado, conserva su serie de origen.

Los lentes de sol ensayados

También denominadas absorbentes o filtrantes, son aquellas que se utilizan para el objetivo concreto de reducir la cantidad de luz o energía radiante transmitida, es decir que actúan como filtro. Este tipo de lentes son algunas veces denominadas lentes tintadas o coloreadas, debido a que generalmente no son transparentes como las lentes oftálmicas de vidrio crown normales. Como filtros que son, estas lentes pueden absorber la luz de manera *uniforme* todo el espectro visible, o de forma *selectiva* absorbiendo unas longitudes de onda más que otras. En la actualidad, los principales tipos de lentes absorbentes producidas industrialmente, son las siguientes: 1) lentes tintadas en la masa; 2) lentes coloreadas por tratamiento de superficie; 3) lentes tintadas orgánicas; 4) lentes fotocromáticas; 5) lentes polarizantes (Artigas, 1995).

Se efectuó un sondeo para conocer el mercado de estos productos en la ciudad de Salta, de acuerdo a la información obtenida se ensayaron lentes de sol de diferentes marcas (Patagonia, RayBan, Kayak, etc) adquiridas en comercios formales del ramo así como otras adquiridas en el mercado informal y rotuladas como protección UV 400. La cantidad y variedad de lentes coloreadas que inundan el mercado, al igual que su costo, es tan grande que es imposible hacer un estudio detallado.

MÉTODO DE CÁLCULO

Espectro de radiación incidente / transmitida

Usando el espectrómetro OSM se obtuvo para cada una de las muestras de tejidos, cremas protectoras y lentes de sol los espectros de radiación incidente y transmitida en el rango de 280 nm a 550 nm como un promedio de tres mediciones. Se obtuvieron tablas con datos de radiación normalizada cada 5 nm.

Espectro de radiación eritemica incidente / transmitida

Los espectros obtenidos de las muestras con el OSM fueron exportados a una planilla de cálculo Excel. Los de tejidos y cremas protectoras para ser “pesados” con el espectro CIE y poder obtener el espectro eritemico incidente y transmitido. Posteriormente se integraron en el rango de interés para obtener los parámetros de las muestras.

Cálculo del UPF

Se integra la radiación eritémica incidente ultravioleta en el rango (280-320) nm llamada I_{UVB} y en el rango (320-400) nm llamada I_{UVA} . Seguidamente se integra, en los mismos rangos, la radiación eritémica transmitidas llamadas T_{UVB} y T_{UVA} . Luego se procede a calcular el factor de protección ultravioleta tanto para radiación UVA como para UVB y UPF Global, mediante las siguientes formulas:

$$UPF_B = I_{UVB} / T_{UVB} , \quad UPF_A = I_{UVA} / T_{UVA} , \quad UPF = (I_{UVA} + I_{UVB}) / (T_{UVA} + T_{UVB}) \quad (2)$$

Cálculo de Transmitancia Porcentual

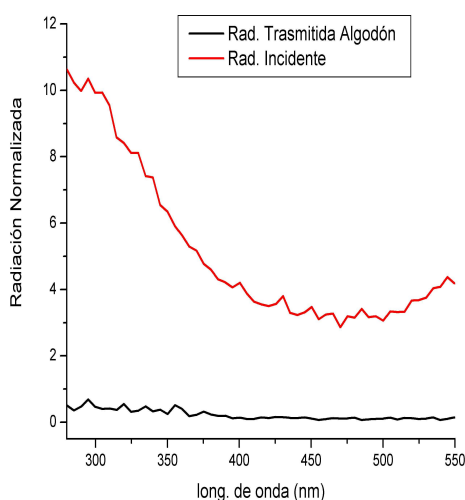
Se integran la radiación incidente y transmitida visible en el rango (400-550) nm a las que llamaremos I y T . Luego se procede a calcular los porcentajes de transmitancia en el rango visible hasta 550 nm mediante la siguiente fórmula:

$$\%T = (I / T) * 100 \quad (3)$$

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tejidos

La figura 2 muestra los espectros de incidencia / transmitancia correspondientes a una de las muestras de tejido ensayados, mientras que a la derecha se presentan los parámetros calculados a partir de las mismas.



| Rad.. | I | T | % T | |
|------------|---------|-------|------|----------------------|
| UV | 175.454 | 8.719 | 4.97 | |
| UVA | 87.848 | 4.490 | 5.11 | UFP=21 |
| UVB | 87.606 | 4.229 | 4.83 | |
| UV Erit | 53.212 | 2.567 | 4.82 | UFP _B =21 |
| UVBErit | 53.139 | 2.564 | 4.82 | |
| UVA Erit | 0.073 | 0.004 | 4.80 | UFP _A =21 |
| Vis400-550 | 108.849 | 3.606 | 3.31 | |

Figura 2: Espectros de radiación incidente / transmitido y tabla de transmitancias y UPF para el algodón

Aplicando el mismo procedimiento la Tabla 2 muestra el valor calculado de transmitancia en el espectro visible hasta 550nm, UPF_A , UPF_B y UPF de una muestra de tejidos naturales, artificiales y de fibra sintética. Los valores obtenidos se redondean y se eligió un valor medio de mediciones para cada muestra textil.

| TEJIDO | Color | %T Visible | UPF_A | UPF_B | UPF |
|-----------------|--------|------------|---------|---------|-----|
| Algodón Mil Uso | Blanco | 3.25 | 26 | 24 | 24 |
| Algodón Mil Uso | Verde | 3.42 | 19 | 21 | 21 |
| Algodón Mil Uso | Azul | 2.55 | 33 | 22 | 22 |
| Modal | Blanco | 1.04 | 42 | 29 | 29 |
| Micro fibra | Verde | 0.97 | 126 | 51 | 51 |
| Tela Camisera | Blanco | 3.90 | 18 | 18 | 18 |
| Poliéster | Blanco | 45.32 | 2 | 2 | 2 |
| Gasa | Claro | 30.51 | 3 | 3 | 3 |

Tabla 2: Transmitancia visible, UPF_A , UPF_B y UPF calculados para una serie de tejidos.

Estos ensayos muestran que existe una relación entre el UPF y la cobertura de un tejido como ya se había comprobado, estudiando la relación entre los mismos (Suárez et al., 2007). La transmitancia en el visible también es un indicador de esa propiedad. Observando los valores de Tabla 2 se puede visualizar dicha relación, a mayor transmitancia visible menor UPF.

Los tejidos de modal ensayados presentan un UPF mayor que los de algodón. Se observa menores valores de transmitancia visible, o sea, valores mayores de cobertura. Los tejidos de poliéster liviano analizados muestran un UPF muy bajo, lo que no lo hace buen protector contra la UVR. De las experiencias realizadas se puede decir que el modal es la prenda de verano que proporciona mayor protección contra la UVR. Comparando los valores obtenidos de UPF usando medidores y cámara de ensayos integrales (Suárez et al., 2007) y los correspondientes calculados a partir de las mediciones con el espectrómetro OSM notamos que existe un buen acuerdo en las variaciones generales de los mismos.

Crema protectoras

La figura 3 muestra los espectros de incidencia / transmitancia correspondientes a una de las muestras de crema protectora ensayadas mientras que a la derecha se presentan los parámetros descriptivos calculados a partir de las mismas.

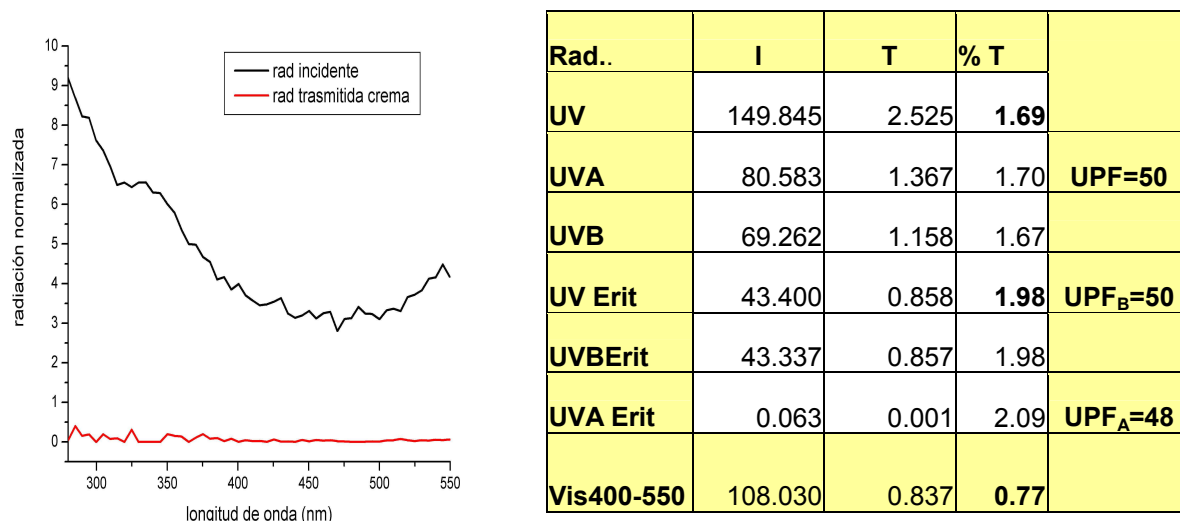


Figura 3: Espectros de radiación incidente/trasmitido y cuadro de transmitancias porcentuales y UPF para Sundown 50

La Tabla 3 muestra el valor calculado de transmitancia en el espectro visible hasta 550 nm, UPF_A, UPF_B y UPF de una muestra de cremas protectoras. Los valores obtenidos se redondean y se eligió un valor medio de mediciones para cada muestra

| CREMA | UPF Etiquetado | %T Visible | UPF _A | UPF _B | UPF |
|------------------|----------------|------------|------------------|------------------|-----|
| Crema 1 (Der 20) | 20 | 1.40 | 46 | 29 | 29 |
| Crema 2 (Der 30) | 30 | 1.52 | 113 | 44 | 44 |
| Crema 3 (Haw 45) | 45 | 0.67 | 34 | 56 | 56 |
| Crema 4 (Haw 45) | 45 | 19.06 | 6 | 56 | 55 |
| Crema 5 (Sund50) | 50 | 0.77 | 48 | 50 | 50 |
| Crema 6 (Der 65) | 65 | 9.19 | 51 | 58 | 58 |

Tabla 3: Transmitancia visible, UPF_A, UPF_B y UPF calculados para una muestra de cremas protectoras.

Estos ensayos muestran que en general existe una sobreestimación del UPF calculado en el laboratorio respecto a lo que rotulan las cremas medidas. No ocurre lo mismo en la Crema 6 donde lo calculado es inferior en cuanto a la protección ofrecida por el producto. La crema 5, muestra un muy buen acuerdo entre lo calculado (UPF=50) y lo etiquetado (UPF=50). La crema 3 y la crema 4, son el mismo producto etiquetado como UPF 45 con distinta distribución del producto en el porta muestra, en ambas se obtiene la misma capacidad protectora lo que es indicador de que un exceso de producto no garantiza una mejor protección.

Lentes absorbentes o de sol

En general, ninguna lente de las comúnmente usadas, proporciona una protección total al UV. Por esta razón hay que añadir las capas o filtros adecuados para conseguir este objetivo, pero además hay que tener en cuenta que el color de la lente no dice nada acerca de la absorción del UV.

Las figuras 4 y 5 muestran los espectros de incidencia / transmitancia correspondientes a un par de las lentes ensayados. Uno de ellos adquirido en el mercado especializado y el otro en el mercado informal. El costo de la primera, RayBan Sunglasses, es de \$750 mientras que el de la segunda, Informal UV 400, es de solo \$25.

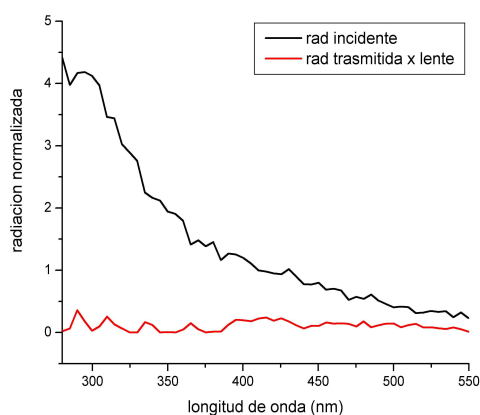


Figura 4: Espectros de radiación incidente y transmitido en lente RayBan Mineral Sunglasses

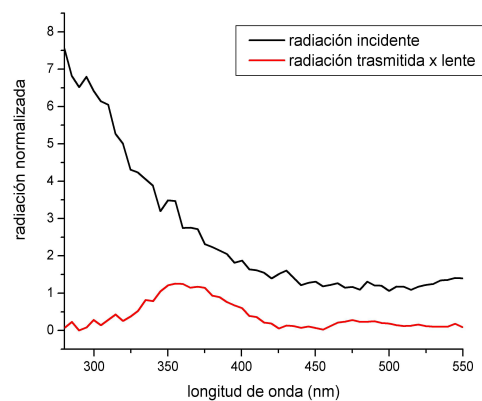


Figura 5: Espectros de radiación incidente y transmitido en lente Informal UV400.

La Tabla 4 muestra el valor calculado de porcentajes de transmitancia en el espectro visible hasta 550 nm, UV_A, UV_B y UV de una muestra de lentes de sol. Cada valor obtenido se eligió como un valor medio de mediciones para cada muestra.

| LENTE | Etiquetado | %T Visible | %T UV _A | %T UV _B | %T UV |
|---------------------------|---------------|------------|--------------------|--------------------|-------|
| Polaroid | Sunglasses | 14.28 | 1.51 | 1.24 | 1.36 |
| Policarbonato | De sol | 10.05 | 3.82 | 3.98 | 3.91 |
| Patagonia Orgánico | Antirreflex | 13.75 | 1.69 | 2.53 | 2.16 |
| Polaroid | Fotocromático | 23.24 | 5.98 | 0.90 | 3.13 |
| RayBan Mineral | Sunglasses | 20.43 | 3.35 | 3.48 | 3.42 |
| Orgánico (claro) | Fotocromático | 83.48 | 7.61 | 1.98 | 4.40 |
| Orgánico (oscuro) | Fotocromático | 30.29 | 2.46 | 2.87 | 2.69 |
| Informal Orgánico | 400 UV | 13.38 | 30.78 | 3.16 | 15.46 |
| Informal Org 16 | De sol | 25.82 | 47.86 | 11.42 | 27.11 |
| Ocupacional | Soldador | 4.13 | 3.39 | 2.71 | 3.01 |

Tabla 4: Transmitancia porcentual en el visible y ultravioleta calculados para una muestra de lentes de sol.

Las lentes Polaroid están construidas con capas que le otorgan resistencia al rayado, a la ruptura, absorben UV, tienen filtros polarizadores y absorben los rayos infrarrojos. Eliminan el 96% de los UV, en el visible son polarizadores al 80 % o sea que transmiten un 20% del espectro visible. La lente ensayada (Polaroid Sunglasses) muestra un buen acuerdo con transmisión del 1.36% en UV y 14.28% en visible.

Las lentes de uso exterior, comúnmente llamadas gafas de sol, tienen una transmisión promedio muy baja, aunque, la Oficina Americana de Normalización, define como gafa de sol aquella que transmite menos del 67% de la luz incidente. Esto es una definición arbitraria, ya que para proporcionar una protección suficiente cuando se está bajo un sol brillante, es necesario que la gafa filtre entre un 80 y un 90 % de la luz incidente. La lente ensayada (RayBan Mineral Sunglasses) muestra un buen acuerdo con transmisión del 3.42% en UV y 20.43% en visible.

El policarbonato es un material que se está imponiendo en la fabricación de lentes oftálmicas, fundamentalmente por su resistencia al impacto y su baja densidad. Sin embargo, para que procure a su vez protección al UV, es necesario añadirle una capa absorbente de UV. La lente ensayada (Policarbonato de sol) muestra un buena performance para días con sol brillante con transmisión del 3.91% en UV y 10.05% en visible.

El tratamiento antirreflejante, además de su especificidad, tiene como consecuencia el aumento de la absorción del UV. La lente ensayada (Patagonia Orgánico antirreflex) muestra un buen acuerdo con transmisión del 2.16% en UV y 13.75% en visible.

Las lentes fabricadas con vidrio fotocromático, tienen la propiedad de oscurecerse cuando son expuestos a la luz, y volver a su estado original en ausencia de la misma. Los vidrios fotocromáticos difieren de los materiales fotocromáticos orgánicos, en que ellos son inmunes a la fatiga o deterioro producido por su uso continuado. En general, podemos decir que estos rangos de transmitancia varían entre un 20 y un 24% cuando la lente está totalmente oscurecida y un 60 a un 80 % cuando es lo más clara posible. Esto se verifica en la lente ensayada (Orgánico Fotocromático) en sus estados *claro* y *oscuro*.

Existen en el mercado un gran número de gafas de sol no controladas, que transmiten importantes bandas de UV. Esto puede ser extremadamente peligroso en algunas situaciones. Por ejemplo, hay gafas de sol bastante oscuras, que atenúan mucho el visible pero prácticamente nada el UV. En esta situación, el portador al tener muy atenuado el visible puede exponerse, sin sentir molestias aparentes, a intensa radiación solar desconociendo la gran cantidad de UV que está recibiendo que por su

efecto acumulativo puede resultar peligrosa. La lente ensayada (Informal Orgánico 400 UV) es un ejemplo con transmisión del 15.46% en UV y 13.38% en visible.

Las lentes ocupacionales, como la de los soldadores, deben absorber completamente la radiación UV e Infrarroja (IR). En consecuencia, al absorber los extremos del espectro, estas lentes tienen un color verdoso. Por otro lado, estas lentes deben absorber además en el espectro visible con objeto de atenuar la intensidad de luz. La lente ensayada (Ocupacional) tiene transmisión del 3.01% en UV y 4.13% en el visible.

CONCLUSIONES

Parece conveniente dividir las partes según refieran al laboratorio de medición o a las muestras de tejidos, cremas protectoras y lentes de sol ensayados.

En cuanto al laboratorio de medición: se pudo ensayar el espectrómetro OSM que permitió estudiar el grado de protección contra la UVR de diferentes tipos de tejidos de verano, cremas protectoras y lentes de sol, se construyó una cámara de ensayos adaptada al espectrómetro que permite portar muestras de tamaño variable como por ejemplo lentes de uso particular. Y finalmente, se puede decir que, los acuerdos encontrados entre los parámetros calculados en el laboratorio con los indicados en bibliografía y rotulaciones de productos avalan la performance del mismo.

En cuanto a los tejidos: se ratificaron conclusiones obtenidas con medidores integrales en cuanto a que el tipo de fibra influye notablemente en el valor del UPF, el modal proporciona mayor protección solar que el algodón, los tejidos livianos de Fibra Sintética son muy permeables a la UVR. Existe una relación entre la porosidad y la transmitancia en el visible y con el UPF de los tejidos. En general, para cada tipo fibra, los valores de UPF aumentan cuando se incrementa transmitancia visible. Existe una concordancia entre los valores de UPF medidos con los citados en la referencia bibliográfica. En cuanto a los apartamientos, para el algodón y para el modal el UPF está sobreestimado aunque caen en el rango de buena protección para el uno y muy buena protección para el otro.

En cuanto a las cremas protectoras: se implementó una cámara y portamuestra que permite medir la transmitancia UV y visible de cremas y caracterizarlos por su UPF. Los valores obtenidos, en general, sobreestiman a los valores etiquetados en el producto, aunque en otro se obtuvo una total correspondencia. Se hace necesario uniformizar estrictamente la disposición de las cremas en el portamuestra, para obtener resultados más precisos, no obstante los obtenidos, guardan un acuerdo con lo indicado en las rotulaciones de los productos.

En cuanto a los lentes de sol: existe un gran número de lentes absorbentes disponibles en el mercado. La composición, el color y el coste no son criterios para predecir la cantidad de UV, visible o IR que una lente transmitirá. Dentro de un rango similar de oscurecimiento, no hay forma de predecir cuál será más efectiva en el UV. El filtrado efectivo en una región del espectro, no garantiza que lo sea en cualquier otra región. Existen lentes de sol no controladas (mercado informal), que transmiten importantes bandas de UV. Hay gafas de sol bastante oscuras, que atenúan mucho el visible pero prácticamente nada el UV. El portador puede exponerse, desconociendo la gran cantidad de UV que está recibiendo. Los valores medidos de transmitancia de las muestras fueron los esperados, avalando el laboratorio implementado.

REFERENCIAS

- Algaba I (2004). "Protección ultravioleta proporcionada por los textiles". Tesis doctoral Universidad Politécnica de Cataluña.
- Artigas J.M. "Óptica Fisiológica: Psicofísica de la visión" Ed. McGraw-Hill Interamericana (1995).
- ASTM Standards (2001). Annual Book, pp 1179-1182.
- Correa M P (2003). "Índice ultravioleta: evaluación y aplicación". Tesis doctoral Universidad de São Paulo, Brasil.
- MacKie, R.M. (2000). Effects of ultraviolet radiation on human health. Radiation Protection Dosimetry 91(1-3), 15-18.
- McKinlay, A.F.; Diffey, B.L. (1987). A reference action spectrum for ultraviolet induced erythema in human skin. CIE Journal 6, 17.
- National Cancer Institute (2003). Cáncer de la piel (no melanoma). <<http://www.cancer.gov/espanol/pdq/tratamiento/piel>>
- Riva, A. (1999). ¿Qué es el UPF de un tejido?. Revista de Química Textil 144: 72-78.
- Rollano, F (2003). Radiación Ultravioleta y la piel. La radiación Ultravioleta en Bolivia, 57-75.
- SERNAC, "Exposición al sol y filtros solares". Octubre 2003.
- Sorribas Panero M (2003). Memorias Diplomatura Universidad de Valladolid.
- Standards Australia/Standards New Zealand (1996), AS/NZS 4399, 4 -13.
- Suárez, H; Cadena, C. (2007). Protección anti UV proporcionada por tejidos: montaje del laboratorio y primeros ensayos. AVERMA Vol 11, 08.191-08.198.
- WHO (2002). "Global solar UV index. A practical guide". World Health Organization.

ABSTRACT

Its unequivocal today the use of adequate clothes, sun glasses, and sun protective creams to avoid isolation risks. Beside those actions, full protection is impossible. Mean objective of the present paper is the characterization of those accessories (basically spectral transmittance). In addition, a lot of products acquired in no legal shopping may increase the risk. Results show big differences between the two types of products (legal or not). In the same way the implemented laboratory, showed a good performance to analyze different protective materials against ultra violet radiation.

Keywords: UV radiation, sun glasses, laboratory, sun protective cream, UPF textile